

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年5月25日 (25.05.2001)

PCT

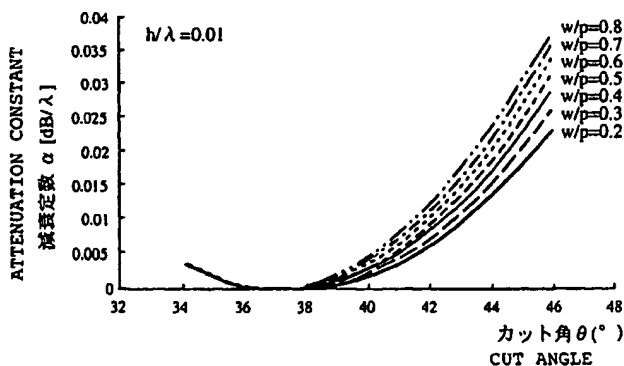
(10) 国際公開番号
WO 01/37426 A1

- (51) 国際特許分類: H03H 9/145, 9/64 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉田憲司 (YOSHIDA, Kenji) [JP/JP]. 和高修三 (WADAKA, Shusou) [JP/JP]. 三須幸一郎 (MISU, Koichiro) [JP/JP]. 永塚 勉 (NAGATSUKA, Tsutomu) [JP/JP]. 村井康治 (MURAI, Kouji) [JP/JP]. 井幡光嗣 (IBATA, Koji) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 山口正恒 (YAMAGUCHI, Masatsune) [JP/JP]; 〒285-0857 千葉県佐倉市宮ノ台3-10-4 Chiba (JP). 橋本研也 (HASHIMOTO, Kenya) [JP/JP]; 〒274-0806 千葉県船橋市二和西4-31-1 Chiba (JP). 大森達也 (OHMORI, Tatsuya) [JP/JP]; 〒260-0042 千葉県千葉市中央区椿森6-7-18 Chiba (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/07239
- (22) 国際出願日: 2000年10月18日 (18.10.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願平 11/325799
1999年11月16日 (16.11.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田澤博昭, 外(TAZAWA, Hiroaki et al.); 〒100-0013 東京都千代田区霞が関三丁目7番1号 大東ビル7階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置



(57) Abstract: An elastic wave device wherein the surface of a substrate is turned about the X-axis of a crystal of lithium tantalate by an angle of 34-41° from the Y-axis of the crystal, the normalized electrode thickness (h/λ) determined by normalizing the thickness h of at least a part of the electrode fingers in an interdigital electrode with the wavelength λ of a surface acoustic wave is in the range of 0.01-0.05, and the duty ratio (w/p) of the electrode fingers determined by the width w and the arrangement pitch p of the electrode fingers is in the range of 0.6-1.0.

(57) 要約:

タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より34°から41°の範囲で回転させた面を基板の表面とし、すだれ状電極中の少なくとも一部の電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が0.01以上0.05以下であり、電極指の幅 w と配列周期 p により決定される電極指のデューティー比 (w/p) が0.6以上1.0未満である。

(19) 日本国特許庁 (JP)

再公表特許 (A 1)

(11) 国際公開番号

WO 01 / 037426

発行日 平成15年5月27日 (2003. 5. 27)

(43) 国際公開日 平成13年5月25日 (2001. 5. 25)

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

H 0 3 H 9/145
9/64

H 0 3 H 9/145
9/64

C
A

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求

(全 37 頁)

出願番号 特願2001-537869 (P2001-537869)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/07239
(22) 国際出願日 平成12年10月18日 (2000. 10. 18)
(31) 優先権主張番号 特願平11-325799
(32) 優先日 平成11年11月16日 (1999. 11. 16)
(33) 優先権主張国 日本 (JP)
(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), CN, JP, KR, US

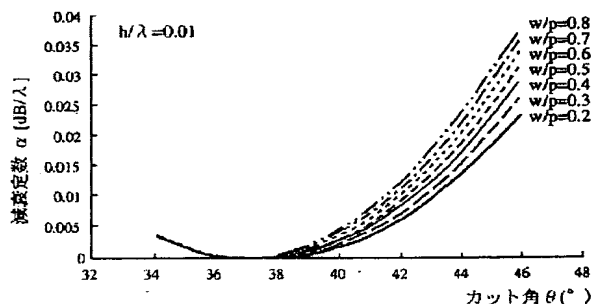
(71) 出願人 三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(72) 発明者 吉田 憲司
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
(72) 発明者 和高 修三
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
(72) 発明者 三須 幸一郎
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性波装置

(57) 【要約】

タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より34°から41°の範囲で回転させた面を基板の表面とし、すだれ状電極中の少なくとも一部の電極指の厚みhを弾性表面波の波長λで規格化した規格化電極厚 (h/λ) が0.01以上0.05以下であり、電極指の幅wと配列周期pにより決定される電極指のデューティ比 (w/p) が0.6以上1.0未満である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.01 以上 0.05 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項2】 タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.05 以上 0.075 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項3】 タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.075 以上 0.1 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項4】 タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41°

° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、0.01 以上 0.05 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項 5】タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、0.05 以上 0.075 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項 6】タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、0.075 以上 0.1 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比 (w/p) が、0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項 7】タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、0.01 以上 0.05 以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、0.6以上1.0未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項8】タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、0.05以上0.075以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、0.6以上1.0未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項9】タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体からなるすだれ状電極とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、0.075以上0.1以下であり、

上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、0.6以上1.0未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項10】タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶 X 軸のまわりに、結晶 Y 軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、0.01以上0.05以下であり、

上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比(w/p)が、0.6以上1.0未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項11】タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に

形成された導体から成るすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.05 以上 0.075 以下であり、

上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【請求項12】 タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板と、その基板に形成された導体から成るすだれ状電極と、上記基板に形成された導体から成る反射器とを備えた弾性波装置において、

上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、

上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.075 以上 0.1 以下であり、

上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であることを特徴とする弾性波装置。

【発明の詳細な説明】

技術分野

この発明は、通信機器や電子機器などの回路で使用され、弾性波を伝搬する弾性波装置に関するものである。

背景技術

従来、タンタル酸リチウム (LiTaO_3 、以下、LTという) を圧電体基板として用いた弾性波装置では、LT基板のカット角 θ を 36° としていた。これは、このような基板の表面に電極を形成して基板表面を電氣的に短絡した場合に、伝搬損失がほとんど0になると計算されたためであった。

しかしながら、その計算では、電極が厚みを持たないという理想的な状態を仮定していたため、電極に厚みがある実際の弾性波装置では、伝搬損失が最小となる条件が異なる恐れがあった。さらに、その計算では、基板の表面全体が電極で被われた場合を検討していたため、SAWフィルタのように電極指が周期的に配列された弾性波装置では、伝搬損失が最小となる条件が異なる恐れがあった。

そこで、特開平9-167936号公報 (以下、文献1という) では、LT基板の表面に形成されたグレーティング電極の厚みを考慮して、伝搬損失が最小となる条件を検討している。第1図は、文献1の第7図に示されたラダー型弾性表面波フィルタにおける伝搬損失の計算結果を示す図である。図において、縦軸は弾性表面波 (以下、SAW; Surface Acoustic Waveという) が1波長 (λ) 伝搬するときの損失、すなわち1波長当たりの損失 (dB/λ) である。横軸は電極の厚み h を SAWの波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) である。

第1図は、LTの結晶X軸方向をSAWの伝搬方向とし、結晶X軸のまわりに結晶Y軸を θ 回転した“ θ 回転Y”軸に垂直な面を基板表面とし、カット角 θ が 36° から 46° の範囲である場合について示している。“ θ 回転Y”軸に垂直な面をLT基板の表面とし、結晶X軸方向をSAWの伝搬方向とするLT基板を θ 回転Y-カットX-伝搬タンタル酸リチウムと表し、省略して、 θ YX-LT や θ YX- LiTaO_3 と表す。多くの場合、電極はアルミニウム (Al) あるいは、Alを主成分とした合金で形成される。

第1図を見ると、規格化電極厚 (h/λ) が0の場合、カット角 θ が 36° 付近で1波長当たりの損失 (dB/λ) が最小となる。この結果は、電極が厚みを持たないという理想的な状態の場合、カット角 θ が 36° のとき、伝搬損失がほとんどゼロとなるという従来 of 計算結果と一致する。

また、第1図を見ると、カット角 θ が 40° の場合、規格化電極厚 (h/λ) が0.05付近で1波長当たりの損失 (dB/λ) が最小となり、カット角 θ が 42° のとき、規格化電極厚 (h/λ) が0.075付近で1波長当たりの損失 (dB/λ) が最小となる。このため、規格化電極厚 (h/λ) が0.05より大きい領域で実現されたSAWデバイスでは、伝搬損失を最小とするカット角 θ は 40° より大きい範囲に存在する。

このように、第1図から、適切な規格化電極厚 (h/λ) とカット角 θ の組み合わせを選択することにより、伝搬損失を最小とすることができ、その結果、SAWデバイスの挿入損失を低減することができることが明らかとなった。そして、近年、カット角 θ が 42° のLT基板が用いられるようになってきた。

なお、弾性波には、数通りの種類が存在し、カット角 θ が 36° から 46° の付近で、伝搬方向を結晶X軸とした場合には、例えば、文献：電子通電学会論文誌'84/1、Vol. J67-C, No. 1, pp. 158-165 (以下、文献2という) 中に記載されているように、LT基板の表面に沿って伝搬するバルク波であるSSBW (Surface Skimming Bulk Wave) や、漏洩弾性表面波 (LSAW; Leaky Surface Acoustic Wave) が伝搬する。しかし、本願では、これらを特に区別する場合を除き、総称してSAWと記すことにする。

第2図は弾性波装置の1種であるSAWフィルタの構成を示す上面図である。図において、1は圧電体であるLT基板、3は電極指、4はボンディングパッド、5は電気-弾性表面波のエネルギー変換を行う入力側IDT (Inter Digital Transducer; すだれ状電極)、6は弾性表面波-電気のエネルギー変換を行う出力側IDT (すだれ状電極)、7は入力端子、8は出力端子である。また、W0は電極指3が交差する部分の長さの最大値である。

第3図は第2図に示したSAWフィルタの断面図であり、図において、wは電

極指 3 の幅、 p は電極指 3 の配列周期、 h は電極指 3 の厚みである。

次に SAW フィルタの動作について説明する。

入力端子 7 に印加された電気信号は、入力側 IDT 5 の各電極指 3 の交差部に電界をつくる。このとき、LT 基板 1 が圧電体であるため、上記電界によって歪が生じる。入力信号が周波数 f の場合、生じる歪も周波数 f で振動し、これが SAW となって、電極指 3 に垂直な方向に伝搬する。また、出力側 IDT 6 では、SAW が再び電気信号に変換される。電気信号から SAW に変換される場合と、SAW から電気信号に変換される場合は、互いに可逆な過程である。

カット角 θ が 36° 付近で SAW の伝搬方向が結晶 X 軸方向である場合には、上記文献 2 に示されているように、SAW の変位成分は上記電極指 3 に平行で、かつ、LT 基板 1 の表面に平行な方向成分を有する。この変位成分は、LT 基板 1 の切断面のカット角 θ と、SAW の伝搬方向に依存する。

入力側 IDT 5 により励振された SAW は、出力側 IDT 6 の方向に伝搬するが、LT 基板 1 に伝搬損失がある場合には、出力側 IDT 6 に到達した SAW の電力は、入力側 IDT 5 で励振された直後の SAW の電力よりも小さくなる。その損失の程度は、SAW の波長 λ で規格化した入力側 IDT 5 と出力側 IDT 6 の中心間距離に、減衰定数 α を乗じた値にほぼ等しい。

このため、入力側 IDT 5 と出力側 IDT 6 との距離が同じであれば、LT 基板 1 の伝搬損失が大きいほど、SAW フィルタとしての挿入損失が大きくなる。
文献：弾性表面波工学、昭和 58 年 11 月、電子通信学会発行、コロナ社、pp. 56 - pp. 81（以下、文献 3 という）に示されているように、SAW の波長 λ は電極指 3 の配列周期 p の 2 倍に相当するので、入力側 IDT 5 と出力側 IDT 6 を構成する電極指 3 の本数の平均値の半分の数値に、減衰定数 α を乗じた程度の損失が、伝搬に伴う損失として生じる。

例えば、第 2 図に示したように、入力側 IDT 5 と出力側 IDT 6 がそれぞれ 7 本の電極指 3 からなり、入力側 IDT 5 と出力側 IDT 6 とがすぐ接近して配置されているとすると、伝搬に伴う損失は、減衰定数 α の 3 ～ 4 倍程度の値となる。例えば、減衰定数 α が 0.02 (dB/ λ) であるとする、伝搬に伴う損失は $0.06 \sim 0.08$ dB もの値になる。

このように、低損失なSAWデバイスを実現するためには、伝搬損失の小さいLT基板1を用いることが重要であり、従来、この種の弾性波装置ではカット角 θ が 36° より大きな範囲が使われていた。

上述したように、伝搬損失は、SAWフィルタの挿入損失に大きな影響を与えるが、SAWフィルタの挿入損失に影響を与えるのは伝搬損失だけではない。LT基板1の特性を表す材料定数として、伝搬損失以外に、電気信号とSAWとの変換効率に関わる電気機械結合係数 k^2 、入力側IDT5や出力側IDT6のインピーダンスに関わる静電容量 C_0 、SAWの伝搬速度 V_s 等がある。これらのうちで、特に、上記電気機械結合係数 k^2 は、SAWフィルタの挿入損失や通過帯域幅を決定する重要なものである。

なお、レーリー波やBGS波(Bleustein-Gulyaev-Shimizu Wave)のような原理的には伝搬損失を伴わない純粋な弾性表面波を用いた弾性波装置では、最適な設計条件が知られていたが、LSAWやSSBWを用いた弾性波装置では具体的な条件が知られていなかった。

以上のように、従来のこの種の弾性波装置では、伝搬損失が最小となる条件で用いられてきたが、弾性波装置の特性に大きな影響を与える電気機械結合係数 k^2 が最適な条件で用いられていないため、弾性波装置の挿入損失や帯域幅が劣化するという課題があった。

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を得ることを目的とする。

発明の開示

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.01 以上 0.05 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティ比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるとい

う効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成した弾性波装置において、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.05 以上 0.075 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成した弾性波装置において、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.075 以上 0.1 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したものにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.01 以上 0.05 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したもののにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.05 以上 0.075 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したもののにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の少なくとも一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.075 以上 0.1 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成したもののにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.01 以上 0.05 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成した弾性波装置において、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.05 以上 0.075 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極を形成した弾性波装置において、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記すだれ状電極の一部を構成する電極指の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.075 以上 0.1 以下であり、上記電極指の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したもののにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 34° から 41° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚(h/λ)が、 0.01 以上 0.05 以下であり、上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比(w/p)が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したもののにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 35° から 42° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.05 以上 0.075 以下であり、上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

この発明に係る弾性波装置は、タンタル酸リチウムを主成分とする圧電体の基板に、導体から成るすだれ状電極及び反射器を形成したもののにおいて、上記タンタル酸リチウムの結晶X軸のまわりに、結晶Y軸より 36° から 43° の範囲で回転させた面を上記基板の表面とし、上記反射器の一部を構成する電極指の一部分の厚み h を弾性表面波の波長 λ で規格化した規格化電極厚 (h/λ) が、 0.075 以上 0.1 以下であり、上記電極指の一部分の幅 w と配列周期 p により決定される上記電極指の一部分のデューティー比 (w/p) が、 0.6 以上 1.0 未満であるものである。

このことによって、従来よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果がある。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための最良の形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態1.

第4図は規格化電極厚 (h/λ) が 0.01 の場合の減衰定数 α の計算結果を示す図である。図において、縦軸は減衰定数 α (dB/ λ)である。横軸はLT基板のカット角 θ であり、第1図に示した場合と同様にLT基板の結晶X軸方向をSAWの伝搬方向とし、結晶X軸のまわりに結晶Y軸を θ 回転させた軸に垂直な面を、すなわち、結晶X軸のまわりに結晶Y軸を θ 回転させた面をLT基板の

表面としている。

ここでは、第3図に示すような幅 w の電極指が、配列周期 p で無限に配列された場合におけるSAWの伝搬特性を計算している。第4図では、電極指の幅 w と配列周期 p により決定される電極指のデューティ比(w/p)を0.2から0.8まで0.1おきに変えて計算した結果を示している。

第5図は規格化電極厚(h/λ)が0.01の場合の電気機械結合係数 k^2 の計算結果を示す図である。図において、縦軸は電気機械結合係数 k^2 であり、横軸は第4図と同じLT基板のカット角 θ である。また、第5図では、デューティ比(w/p)を第4図と同じ値で計算した結果を示している。

第4図及び第5図に示した計算結果は、例えば、文献：弾性波素子技術の最近の研究－委員会報告書－、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会、平成7年3月、pp. 649－pp. 654（以下、文献4という）、pp. 786－pp. 791（以下、文献5という）、及び、文献：第23回EMシンポジウム、平成6年5月、pp. 93－pp. 100（以下、文献6という）に示されている離散化グリーン関数を用いた解析手法を用いており、文献5で述べられているプログラム(FEMSDA)の後方散乱の影響を除いた計算結果を用いている。

第6図及び第7図は、規格化電極厚(h/λ)が0.05の場合の第4図及び第5図と同様の計算結果である。規格化電極厚(h/λ)が0.05という値は、GHz帯のSAWデバイスでは比較的多く用いられる。

第6図を見ると、減衰定数 α が最小となるカット角 θ は第4図の場合よりも大きい。しかし、第7図を見ると、減衰定数 α が小さくなるようなカット角 θ を選択すると、電気機械結合係数 k^2 が小さくなる。すなわち、第6図を見ると、減衰定数 α は、カット角 θ が 38° 付近で最小になるが、電気機械結合係数 k^2 は、 38° よりも小さいカット角 θ の方が大きな値を示す。

第8図及び第9図は、規格化電極厚(h/λ)が0.075の場合の第4図及び第5図や、第6図及び第7図と同様の計算結果である。第8図を見ると、減衰定数 α が最小となるカット角 θ は第6図の場合よりも大きく、減衰定数 α は 39° 付近で最小になるが、第9図を見ると、減衰定数 α が小さくなるようなカット

角 θ を選択すると、電気機械結合係数 k^2 が小さくなり、電気機械結合係数 k^2 は 39° よりも小さいカット角 θ の方が大きな値を示す。

第10図及び第11図は、規格化電極厚(h/λ)が0.1の場合の第4図及び第5図や、第6図及び第7図や、第8図及び第9図と同様の計算結果である。第10図を見ると、減衰定数 α が最小となるカット角 θ は第8図の場合よりも大きく、減衰定数 α は 40° 付近で最小になるが、第11図を見ると、減衰定数 α が小さくなるようなカット角 θ を選択すると、電気機械結合係数 k^2 が小さくなり、電気機械結合係数 k^2 は 40° よりも小さいカット角 θ の方が大きな値を示す。

第6図を見ると、例えば、デューティー比(w/p)が0.5の場合、カット角 θ が 38° 付近で減衰定数 α がほぼゼロとなる最小値を示す。しかし、第1図に示した従来のこの種の弾性波装置に対する計算結果を見ると、規格化電極厚(h/λ)が0.05の場合、カット角 θ が 40° 付近で減衰定数 α がゼロとなる最小値を示す。これは、第1図が文献1に示されたラダー型弾性表面波フィルタの計算結果であり、電極指が周期的に無限に配列された構造の弾性波装置の計算結果と異なるためである。

第12図は、第4図から第11図に示した計算結果が、SAWフィルタに与える効果について確認するために用いる、モード結合形のSAW共振器フィルタのパターンを示す図である。図において、5は入力側IDTであり、電極指3の数は31本である。6は出力側IDTであり、2つの出力側IDT 6が電氣的に並列に接続している。出力側IDT 6の片側の電極指3の数は18本であり、もう片側の電極指3の数は20本である。9はグレーティング反射器であり、グレーティング反射器9の電極指(すなわち、ストリップ)10の本数は片側で120本である。入力側IDT 5の電極指3の線幅、出力側IDT 6の電極指3の線幅は、全て同じ w_i であり、配列周期も全て同じ p_i である。

第12図におけるグレーティング反射器9の各電極指10の配列周期 p_g は、入力側IDT 5、出力側IDT 6の場合と異なり、 $p_g = 1.0251 p_i$ である。グレーティング反射器9の各電極指10のデューティー比(w_g/p_g)は、入力側IDT 5、出力側IDT 6の各電極指3のデューティー比(w_i/p_i)

）と同じである。以下、これらのデューティ比（ w_i/p_i ）および（ w_g/p_g ）を総称して、デューティ比（ w/p ）と表す。

また、距離 D_1 は $2.5 p_i$ 、距離 D_2 は $0.25 p_i$ である。最大交差幅は $360 \mu m$ である。

第13図は、第12図に示したSAWフィルタの挿入損失最小値の計算結果を示す図である。第13図では、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10の規格化電極厚（ h/λ ）が0.05である場合について、デューティ比（ w/p ）を0.5から0.7まで0.1おきに変えて計算した結果を示している。

計算には、例えば、文献：弾性波素子技術ハンドブック、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会、平成3年11月、pp. 185－pp. 205（以下、文献7という）中に示されているSmithの等価回路の2ndモデル（文献7のpp. 188の図3.76）を、入力側IDT5及び出力側IDT6に使用している。

また、グレーティング反射器9には、例えば、文献：弾性波素子技術ハンドブック、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会、平成3年11月、pp. 206－pp. 227（以下、文献8という）中に示されている分布定数形の等価回路（文献8のpp. 221の図3.134の右側）を使用している。

カット角 θ やデューティ比（ w/p ）を変えると、SAWの伝搬速度 V_s が変化するが、ここでは、入力側IDT5及び出力側IDT6の中心周波数 f_0 が965MHzになるように、配列周期 p_i を変えて計算している。また、ここでは、減衰定数 α 及び電気機械結合係数 k^2 だけではなく、SAWの伝搬速度 V_s 、静電容量 C_0 、反射係数 C_1 等の材料定数の変化も考慮して計算している。

第13図を見ると、挿入損失最小値は、カット角 θ が 38° 付近で最小となり、従来のこの種の弾性波装置で用いられてきたカット角 θ が 36° の場合や 42° の場合より小さい。第6図を見ると、カット角 θ が 38° のとき、減衰定数 α が最小になる。カット角 θ が 38° 付近で挿入損失最小値が最小になるのはこのためであり、減衰定数 α が挿入損失に与える寄与が大きいことがわかる。

第14図は、第12図に示したSAWフィルタの通過電力の計算結果を示す図

である。第14図では、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10の規格化電極厚 (h/λ) が0.05、デューティ比 (w/p) が0.7である場合について、カット角 θ を 36° 、 38° 、 42° として計算した結果を示している。

また、ここでは、カット角 θ が 36° のとき、音速 V_s は4083.4 (m/s)、減衰定数 α は0.01749 (dB/ λ)、静電容量 C_0 は電極指1本あたり304 (pF/m)、電気機械結合係数 k^2 は11.7%とし、カット角 θ が 38° のとき、音速 V_s は4085.6 (m/s)、減衰定数 α は 8×10^{-6} (dB/ λ)、静電容量 C_0 は電極指1本あたり304 (pF/m)、電気機械結合係数 k^2 は11.4%とし、カット角 θ が 42° のとき、音速 V_s は4088.3 (m/s)、減衰定数 α は0.00833 (dB/ λ)、静電容量 C_0 は電極指1本あたり302 (pF/m)、電気機械結合係数 k^2 は11.0%として計算している。

第14図を見ると、通過電力は、カット角 θ が 36° の場合、 38° の場合に比べてわずかに低い程度であるが、カット角 θ が 42° の場合、 38° の場合に比べて0.1 dB以上低い。第6図を見ると、減衰定数 α は、カット角 θ が 36° や 42° の場合、 38° の場合に比べて大きく、第7図を見ると、電気機械係数 k^2 は、カット角 θ が 36° の場合、 38° の場合に比べて大きく、カット角 θ が 42° の場合、 38° の場合に比べて小さい。カット角 θ が 36° の場合、 38° の場合に比べて通過電力がわずかに低い程度であるのは、カット角 θ が 36° の場合、 38° の場合に比べて減衰定数 α が大きいけれども、電気機械結合係数 k^2 も大きいためであり、カット角 θ が 42° の場合、 38° の場合に比べて通過電力が0.1 dB以上低いのは、カット角 θ が 42° の場合、 38° の場合に比べて減衰定数 α が大きく、さらに電気機械結合係数 k^2 が小さいためであり、電気機械結合係数 k^2 も挿入損失に与える寄与が大きいことがわかる。

第7図を見ると、デューティ比 (w/p) を大きくすれば、電気機械結合係数 k^2 が大きくなり、挿入損失を小さくし、かつ通過帯域幅を広くすることができることがわかる。減衰定数 α が大きくなり、伝搬に伴う損失が増えたとしても、その分、電気機械結合係数 k^2 が大きくなれば、結果的に挿入損失を低減する

ことができる。

第4図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 37° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 34° から 40° の範囲にすることにより、減衰定数 α を 0.005 (dB/ λ)に抑えることができる。また、第6図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 38° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 35° から 41° の範囲にすることにより、減衰定数 α を 0.005 (dB/ λ)に抑えることができる。

第5図及び第7図を見ると、カット角 θ が 34° から 41° の範囲では、デューティー比(w/p)が 0.6 以上の場合に、カット角 θ が 36° または 42° であり、デューティー比(w/p)が 0.5 である従来の場合よりも大きな電気機械結合係数 k^2 を示す。規格化膜厚(h/λ)が大きい第7図の場合には、第5図の場合に比べて、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の電気機械結合係数 k^2 は大きい。なお、これまで、デューティー比を考慮した電気機械結合係数 k^2 の計算結果は報告されていないため、ここでは、一般的なデューティー比である 0.5 を、従来のデューティー比として検討した。以下、同様である。

以上のように、この実施の形態1によれば、LT基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10の電極厚がSAWの波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10のデューティー比(w/p)が 0.6 以上 1.0 未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できる効果が得られる。

ただし、上記効果は、入力側IDT5、出力側IDT6及びグレーティング反射器9のすべてが上記条件を満たしている場合だけではなく、それらのうちの一つだけが上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側IDT5だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、入力側IDT5の電極指3の電極厚がSAWの波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、入力側IDT5の電極指3のデューティー比(w/p)が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、

同様の効果が得られる。

同様に、出力側 I D T 6 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、出力側 I D T 6 の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、出力側 I D T 6 の電極指 3 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、グレーティング反射器 9 の電極指 10 の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、グレーティング反射器 9 の電極指 10 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 I D T 5、出力側 I D T 6 又はグレーティング反射器 9 中のすべての電極指が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部の電極指が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 I D T 5、出力側 I D T 6 又はグレーティング反射器 9 中の一部の電極指の全部分が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部分が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 34° から 41° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分の電極厚が S A W の波長の 0.01 から 0.05 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

実施の形態 2.

第 6 図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 38° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 35° から 41° の範囲にすることにより、減衰定数 α を 0.005 (d B / λ) に抑えることができる。第 8 図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 39° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 36° から 42° の範囲にすることにより、減衰定数 α を 0.005 (d B / λ) に抑えることができる。

第 7 図及び第 9 図を見ると、カット角 θ が 35° から 42° の範囲では、デューティー比 (w/p) が 0.6 以上の場合に、カット角 θ が 36° 、デューティー比 (w/p) が 0.5 である従来の場合よりも大きな電気機械結合係数 k^2 を示す。規格化膜厚 (h/λ) が大きい第 9 図の場合には、第 7 図の場合に比べて

、同じカット角 θ で同じデューティー比(w/p)の場合の電気機械結合係数 k^2 は大きい。

以上のように、この実施の形態2によれば、LT基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10の電極厚がSAWの波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、入力側IDT5及び出力側IDT6の電極指3並びにグレーティング反射器9の電極指10のデューティー比(w/p)が 0.6 以上 1.0 未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果が得られる。

ただし、上記効果は、入力側IDT5、出力側IDT6及びグレーティング反射器9のすべてが上記条件を満たしている場合だけではなく、それらのうちの一つだけが上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側IDT5だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、入力側IDT5の電極指3の電極厚がSAWの波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、入力側IDT5の電極指3のデューティー比(w/p)が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側IDT6だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、出力側IDT6の電極指3の電極厚がSAWの波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、出力側IDT6の電極指3のデューティー比(w/p)が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器9だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、グレーティング反射器9の電極指10の電極厚がSAWの波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、グレーティング反射器9の電極指10のデューティー比(w/p)が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側IDT5、出力側IDT6又はグレーティング反射器9中のすべての電極指が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部の電

極指が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の電極厚が S A W の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の電極厚が S A W の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 I D T 5、出力側 I D T 6 又はグレーティング反射器 9 中の一部の電極指の全部分が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部分が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、入力側 I D T 5 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が S A W の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、L T 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、出力側 I D T 6 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が S A W の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 35° から 42° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分の電極厚が SAW の波長の 0.05 から 0.075 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 の一部分のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

実施の形態 3.

第 8 図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 39° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 36° から 42° の範囲にすることにより、減衰定数 α を 0.005 (dB/ λ) に抑えることができる。第 10 図を見ると、減衰定数 α はカット角 θ が 40° 付近で最小値を示し、カット角 θ を 37° から 43° の範囲にすることにより、減衰定数 α を 0.005 (dB/ λ) に抑えることができる。

第 9 図及び第 11 図を見ると、カット角 θ が 36° から 43° の範囲では、デューティ比 (w/p) が 0.6 以上の場合に、カット角 θ が 36° 、デューティ比 (w/p) が 0.5 である従来の場合よりも大きな電気機械結合係数 k^2 を示す。規格化膜厚 (h/λ) が大きい第 11 図の場合には、第 9 図の場合に比べて、同じカット角 θ で同じデューティ比 (w/p) の場合の電気機械結合係数 k^2 は大きい。

以上のように、この実施の形態 3 によれば、LT 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、入力側 IDT 5 及び出力側 IDT 6 の電極指 3 並びにグレーティング反射器 9 の電極指 10 の電極厚が SAW の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、入力側 IDT 5 及び出力側 IDT 6 の電極指 3 並びにグレーティング反射器 9 の電極指 10 のデューティ比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合には、従来のこの種の弾性波装置よりも低損失で広帯域な弾性波装置を実現できるという効果が得られる。

ただし、上記効果は、入力側 IDT 5、出力側 IDT 6 及びグレーティング反射器 9 のすべてが上記条件を満たしている場合だけではなく、それらのうちの一つだけが上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 IDT 5 だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT

基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、入力側IDT5の電極指3の電極厚がSAWの波長の0.075から0.1の範囲の厚さを有し、入力側IDT5の電極指3のデューティ比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側IDT6だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、出力側IDT6の電極指3の電極厚がSAWの波長の0.075から0.1の範囲の厚さを有し、出力側IDT6の電極指3のデューティ比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器9だけが上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、グレーティング反射器9の電極指10の電極厚がSAWの波長の0.075から0.1の範囲の厚さを有し、グレーティング反射器9の電極指10のデューティ比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側IDT5、出力側IDT6又はグレーティング反射器9中のすべての電極指が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部の電極指が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側IDT5中の一部の電極指3が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、入力側IDT5中の一部の電極指3の電極厚がSAWの波長の0.075から0.1の範囲の厚さを有し、その一部の電極指3のデューティ比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側IDT6中の一部の電極指3が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、出力側IDT6中の一部の電極指3の電極厚がSAWの波長の0.075から0.1の範囲の厚さを有し、その一部の電極指3のデューティ比(w/p)が0.6以上1.0未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器9中の一部の電極指10が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、グレ

ーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の電極厚が SAW の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

また、上記効果は、入力側 IDT 5、出力側 IDT 6 又はグレーティング反射器 9 中の一部の電極指の全部分が上記条件を満たしている場合だけではなく、一部分が上記条件を満たしている場合でも得られる。

例えば、入力側 IDT 5 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、入力側 IDT 5 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が SAW の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、出力側 IDT 6 中の一部の電極指 3 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、出力側 IDT 6 中の一部の電極指 3 の一部分の電極厚が SAW の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 3 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

同様に、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分が上記条件を満たしている場合、すなわち、LT 基板のカット角 θ が 36° から 43° の範囲で、グレーティング反射器 9 中の一部の電極指 10 の一部分の電極厚が SAW の波長の 0.075 から 0.1 の範囲の厚さを有し、その一部の電極指 10 の一部分のデューティー比 (w/p) が 0.6 以上 1.0 未満の場合でも、同様の効果が得られる。

なお、以上は、第 12 図に示したモード結合型の SAW 共振器フィルタを例に説明したが、この発明はこれに限らず、IDT の数は 3 以外の任意の数でも効果は同じである。さらに、多電極構造のいわゆるトランスバーサル形フィルタや、第 2 図に示した簡単な構造の SAW フィルタに適用しても効果は同じである。

さらに、電極指 3 の配列周期が全て同じ場合について示したが、部分的あるいは全体的に上記配列周期が変化する場合でも効果は同じである。また、IDT 内に浮き電極を有したり、あるいは IDT 内の異なる部位に存在する浮き電極同士

が電氣的に接続された形状の場合でも効果は同じである。

さらに、この発明は、SAWフィルタだけでなく、1端子対SAW共振器や、SAW遅延線、SAW分散型遅延線や、SAWコンボルバ等の電機信号とLSAW、SSBWとの変換機能を有するIDTを形成する他のSAWデバイス全てに対して効果がある。また、これらのSAWデバイスを用いた弾性波装置全てに対しても効果がある。

産業上の利用可能性

以上のように、この発明に係る弾性波装置は、従来よりも低損失で広帯域な特性を実現するのに適している。

【図面の簡単な説明】

第1図は特開平9-167936号公報に示された減衰定数の計算結果を示す図である。

第2図はSAWフィルタの構成を示す上面図である。

第3図は第2図に示すSAWの断面図である。

第4図はこの発明の実施の形態1による規格化電極厚が0.01の場合の減衰定数の計算結果を示す図である。

第5図はこの発明の実施の形態1による規格化電極厚が0.01の場合の電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

第6図はこの発明の実施の形態1による規格化電極厚が0.05の場合の減衰定数の計算結果を示す図である。

第7図はこの発明の実施の形態1による規格化電極厚が0.05の場合の電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

第8図はこの発明の実施の形態1による規格化電極厚が0.075の場合の減衰定数の計算結果を示す図である。

第9図はこの発明の実施の形態1による規格化電極厚が0.075の場合の電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

第10図はこの発明の実施の形態1による規格化電極厚が0.1の場合のLT基板の減衰定数の計算結果を示す図である。

第11図はこの発明の実施の形態1による規格化電極厚が0.1の場合のLT

基板の電気機械結合係数の計算結果を示す図である。

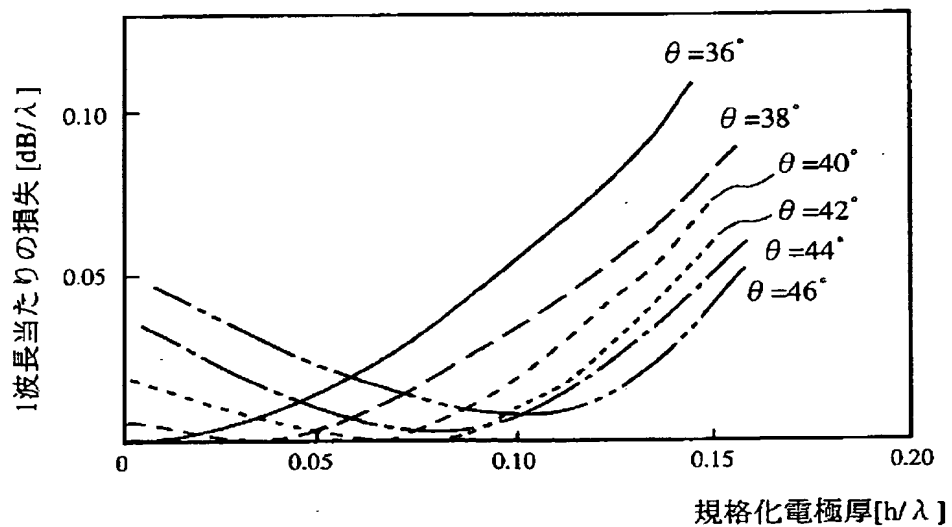
第12図はモード結合形のSAW共振器フィルタのパターンを示す図である。

第13図は第12図に示すモード結合形のSAW共振器フィルタの挿入損失最小値の計算結果を示す図である。

第14図は第12図に示すモード結合形のSAW共振器フィルタの通過電力の計算結果を示す図である。

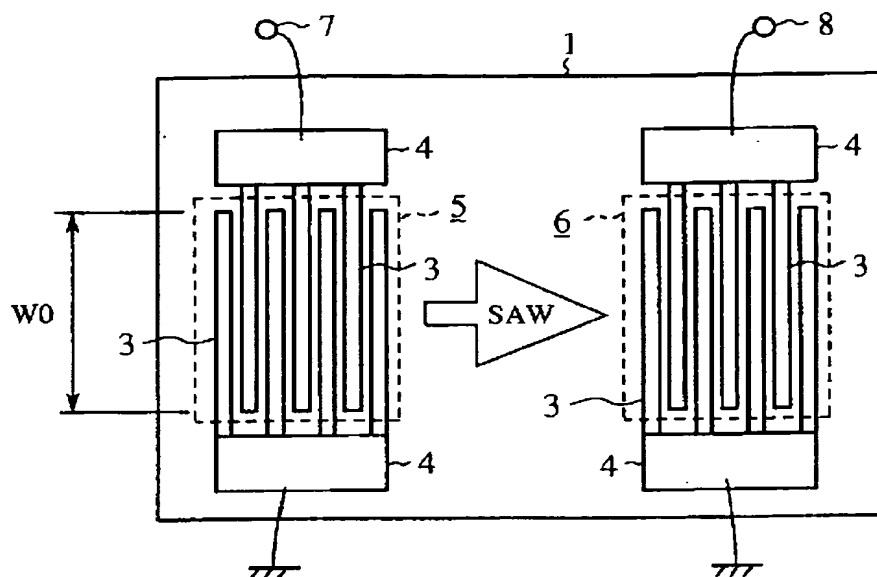
【図1】

第1図



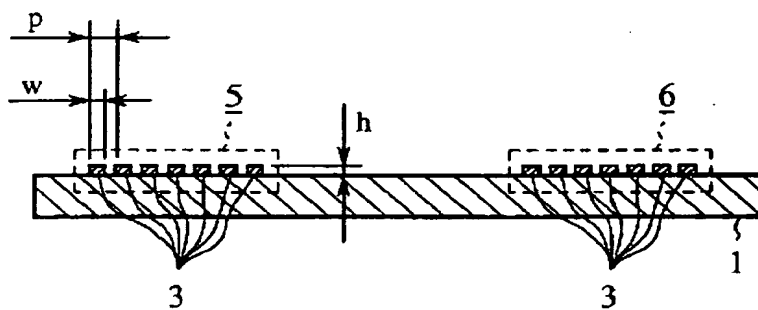
【図2】

第2図



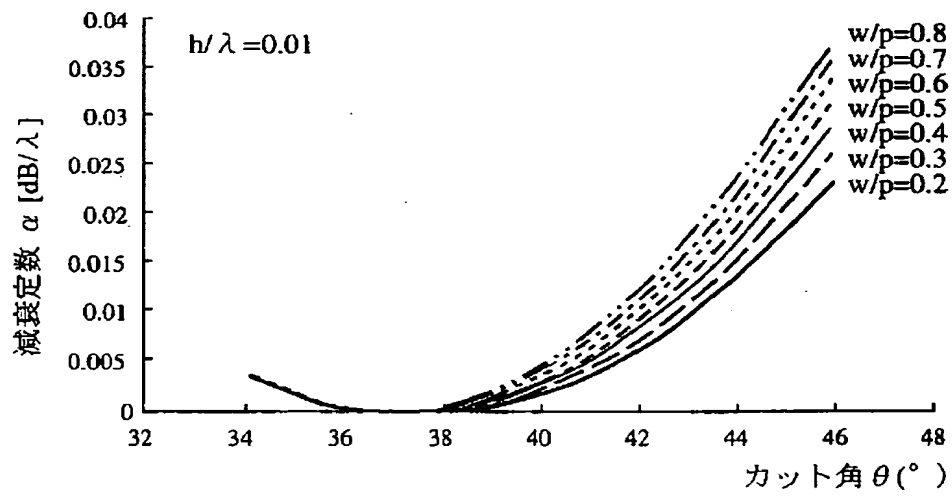
【図3】

第3図



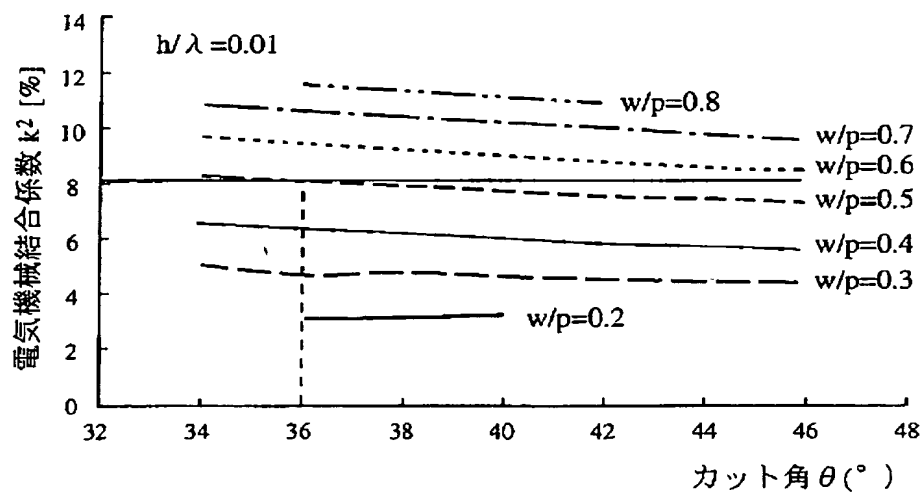
【図4】

第4図



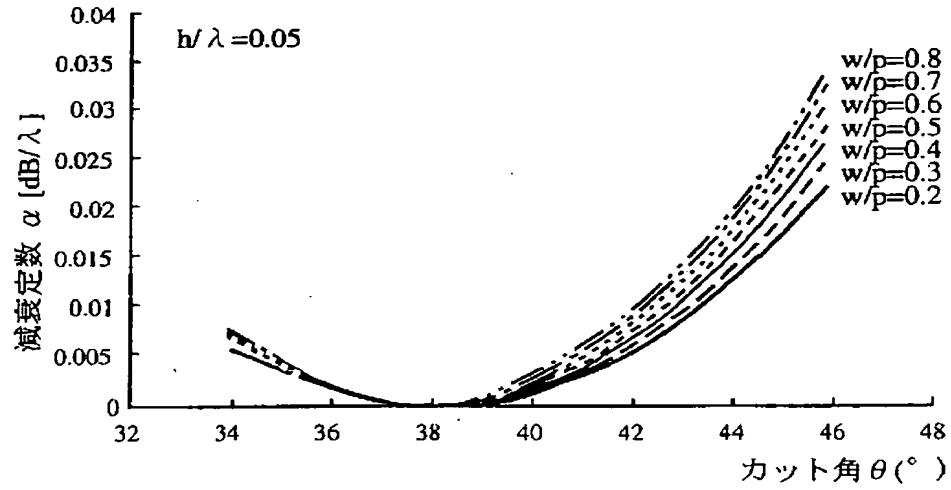
【図5】

第5図



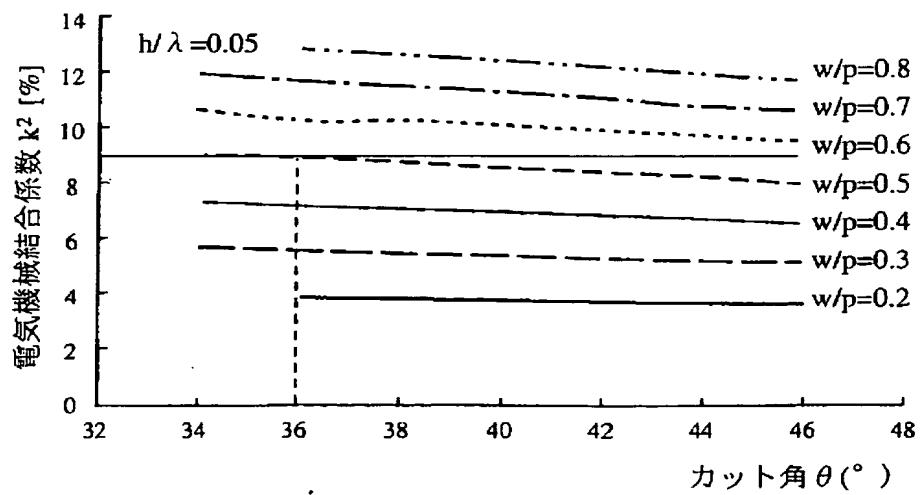
【図6】

第6図



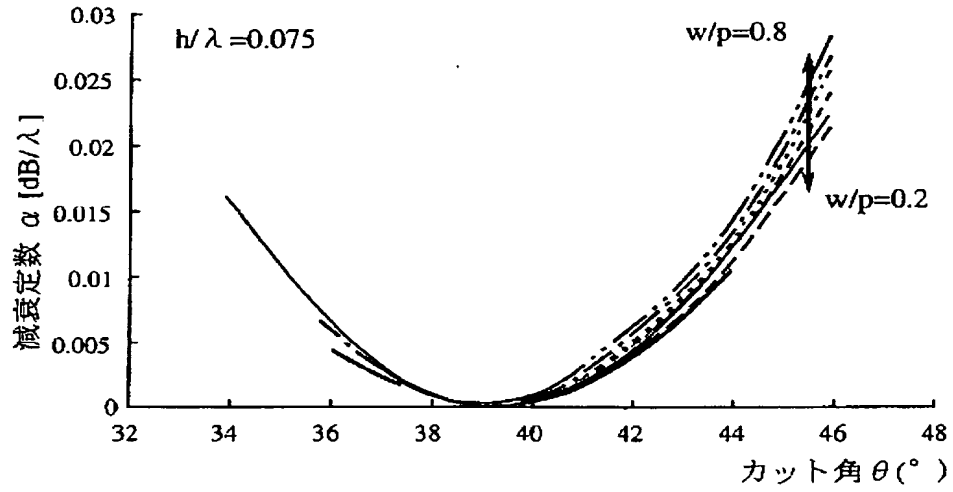
【図7】

第7図



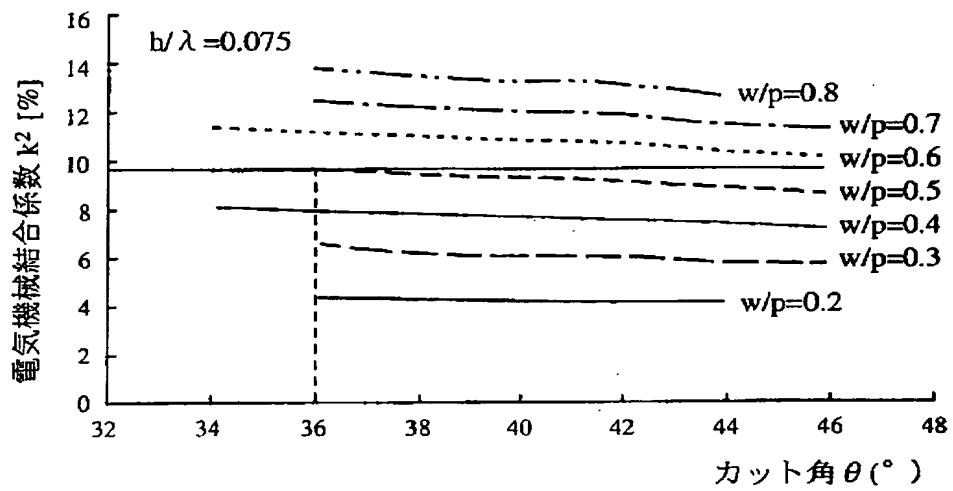
【図8】

第8図



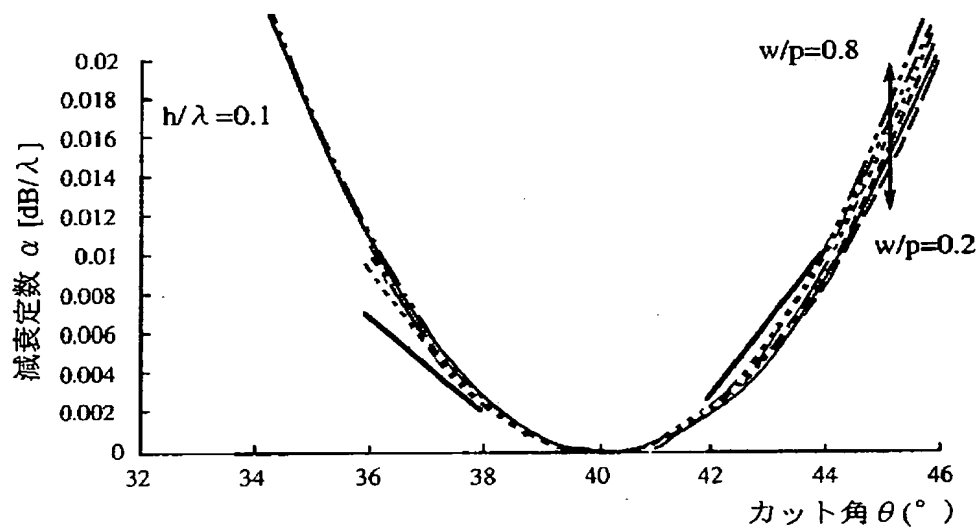
【図9】

第9図



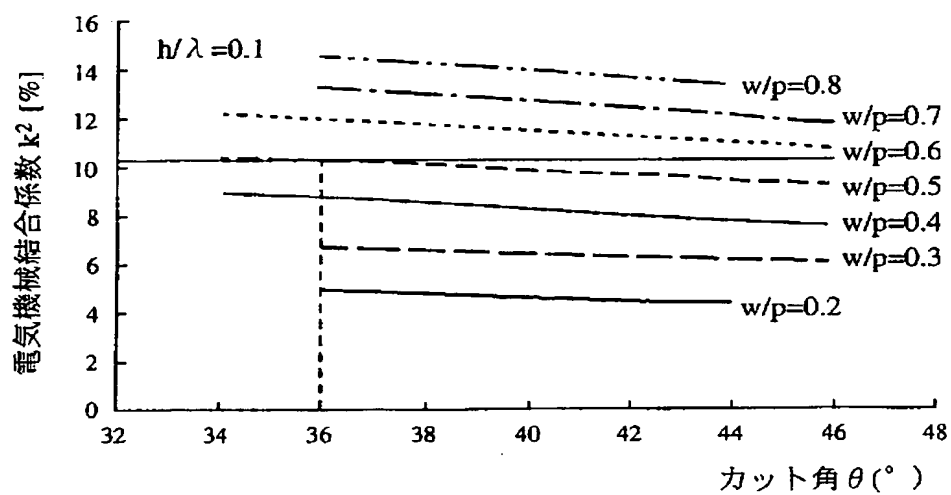
【図10】

第10図



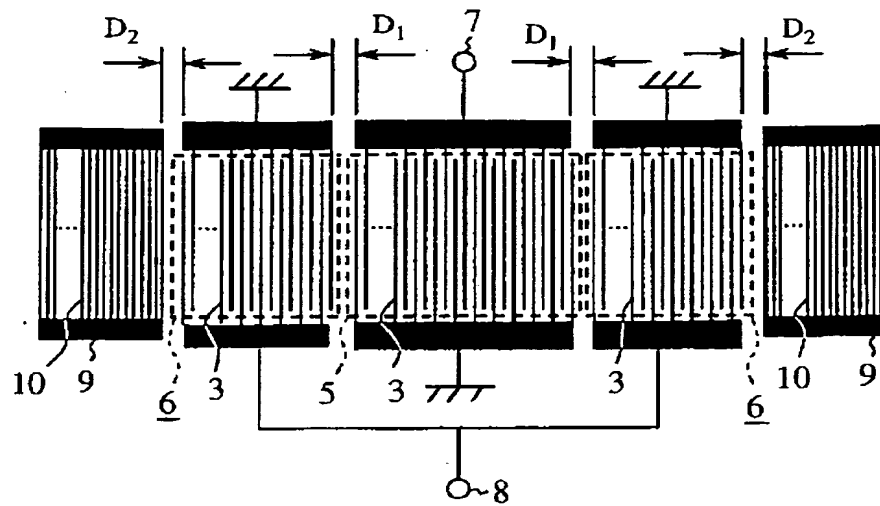
【図11】

第11図



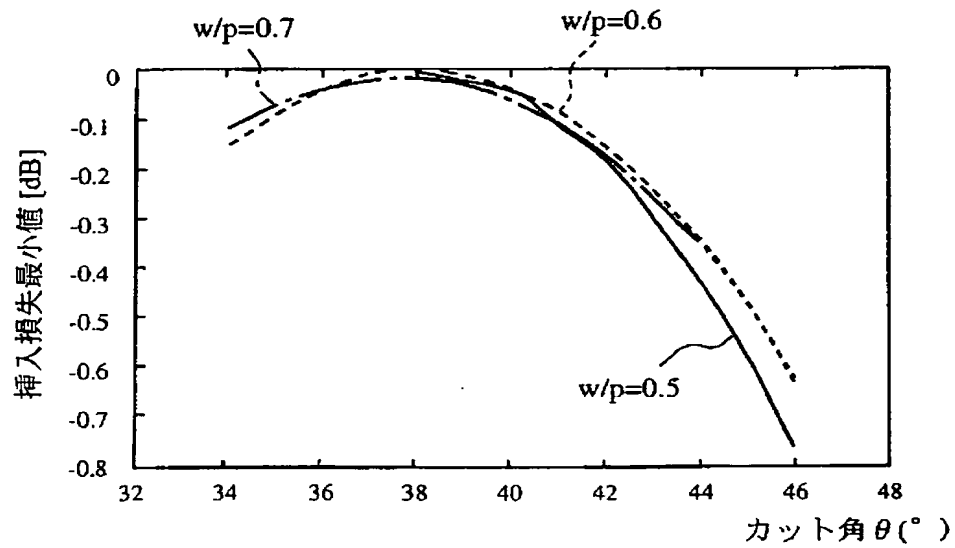
【図12】

第12図



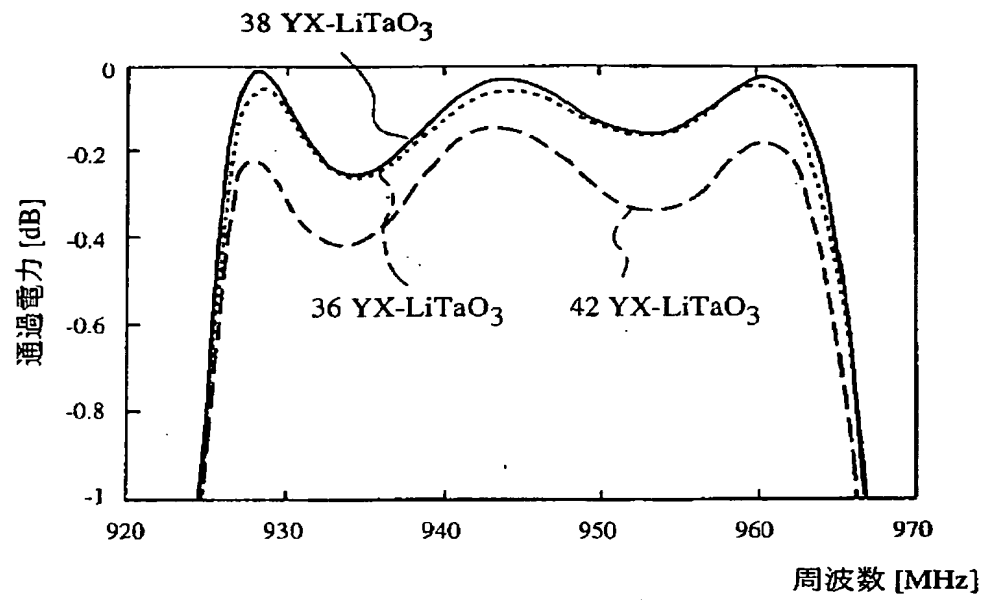
【図13】

第13図



【図14】

第14図



【国際調査報告】

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JPO0/07239	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl. ⁷ H03H9/145, H03H9/64			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl. ⁷ H03H9/145, H03H9/64			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1926-1996年			
日本国公開実用新案公報 1971-2000年			
日本国登録実用新案公報 1994-2000年			
日本国実用新案登録公報 1996-2000年			
国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	J P, 9-167996, A (富士通株式会社) 24. 6月. 1997 (24. 06. 97) 全文, 図1-5, 7-12, 14-21. & DE, 19641662, A & CA, 1159100, A	1-11	
Y	J P, 5-251982, A (日本無線株式会社) 28. 9月. 1993 (28. 09. 93) 第【0008】-【0009】段落, 第【0018】段落, 図1-6 (ファミリーなし)	1-11	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー			
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般の技術水準を示すもの			
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの			
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)			
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献			
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
の日の後に公表された文献			
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの			
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの			
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの			
「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 16. 01. 01		国際調査報告の発送日 23.01.01	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 青木 重徳 電話番号 03-3581-1101 内線 3574	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/07239

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 7-283682, A (株式会社村田製作所) 27. 10月. 1995 (27. 10. 95) 第【0023】-【0024】段落, 第【0026】段落, 第【0029】段落, 第【0031】-【0035】段落, 図1-3, 5, 7 & GB, 2288503, A & DE, 19513937, A & US, 5731748, A	2-11
A	日本国実用新案登録出願2-407256号 (日本国実用新案登録 出願公開4-103723号) の願書に添付した明細書及び図面の 内容を記録したマイクロフィルム (山之内 和彦), 7. 9月. 1992 (07. 09. 92) 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-11

フロントページの続き

- (72) 発明者 永塚 勉
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内
- (72) 発明者 村井 康治
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内
- (72) 発明者 山口 正恒
千葉県佐倉市宮ノ台3-10-4
- (72) 発明者 橋本 研也
千葉県船橋市二和西4-31-1
- (72) 発明者 大森 達也
千葉県千葉市中央区椿森6-7-18
- (72) 発明者 井幡 光詞
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。

なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。